



TITLE:

# NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE-BASED SYSTEMS OF THE TANZANIAN HIGHLANDS: BALANCING FOOD AND ENVIRONMENTAL OBJECTIVES( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

Zheng, Jinsen

---

CITATION:

Zheng, Jinsen. NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE-BASED SYSTEMS OF THE TANZANIAN HIGHLANDS: BALANCING FOOD AND ENVIRONMENTAL OBJECTIVES. 京都大学, 2019, 博士 (農学)

ISSUE DATE:

2019-01-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21465>

RIGHT:

許諾条件により本文は2020-01-22に公開; Chapter 3 "Nitrogen availability to maize as affected by fertilizer application and soil type in the Tanzanian highlands" ZHENG J, MMARI WN, NISHIGAKI T, KILASARA MM, FUNAKAWA S ("Nutrient Cycling in Agroecosystems" July 2018, to be issued in Volume 113). doi: 10.1007/s10705-018-9939-1; The final publication is available at Springer via <https://doi.org/10.1007/s10705-018-9939-1>; Chapter 4 "Ammonia volatilization following urea application at maize fields in the East African highlands with different soil properties" ZHENG J, KILASARA MM, MMARI WN, FUNAKAWA S ("Biology and Fertility of Soils" April 2018, Volume 54, Issue 3, pp 411-422). doi: 10.1007/s00374-018-1270-0 The final publication is available at Springer via <https://doi.org/10.1007/s00374-018-1270-0>

( 続紙 1 )

京都大学	博士（農学）	氏名	JINSEN ZHENG
論文題目	NITROGEN MANAGEMENT IN MAIZE-BASED SYSTEMS OF THE TANZANIAN HIGHLANDS: BALANCING FOOD AND ENVIRONMENTAL OBJECTIVES （タンザニア高地のトウモロコシ栽培圃場における窒素管理：食糧生産と環境保全の両立に向けて）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>タンザニアをはじめとするサブサハラ・アフリカにおいては、急増する人口を扶養するため、農業の集約化が急速に進み、それに伴い窒素肥料の利用も増加している。しかしながら、農耕地生態系における、施肥された窒素の動態に関する理解は進んでいない。本研究は、タンザニア南部高地に位置する、異なる土壌を持つ2圃場（砂質なAlfisolsであるTZiと粘土質のAndisolsであるTZm）において、施肥窒素量の違いや窒素肥料と植物残渣の混合施用が、土壌－植物系における窒素の分配や作物収穫量に与える影響、さらにはアンモニア揮散、硝酸流亡、亜酸化窒素の放出といった異なる経路による窒素損失に及ぼす影響について、2年間の現地圃場試験に基づき検討したものである。</p> <p>第1章は序論であり、サブサハラ・アフリカにおける食糧生産と農業集約化の現状を概括するとともに、農耕地における窒素動態に関するこれまでの研究をレビューした上で、本研究の目的を述べている。</p> <p>第2章は、気候および土壌条件を中心に調査地点の概要を述べた上で、現地圃場に設置した土壌－水－植物－大気統合モニタリングシステムに関する説明を与えている。</p> <p>第3章では、施肥量や土壌型の違いが窒素の可給度に与える影響を解析している。その結果、土壌の違いが無機態窒素の可給度に大きく影響し、トウモロコシの最大収量は粘土質土壌で4.4 Mg/ha、砂質土壌で2.6 Mg/haであった。またタッセリング期における表層土壌中の無機態窒素の可給性によって、収穫量の違いの大部分を説明することができた。</p> <p>第4章では、アンモニア揮散について調査した結果を解析している。アンモニア揮散量は、粘土質土壌（施肥窒素の5-22%）と比べて、砂質土壌（施肥窒素の36-52%）でより大きくなった。窒素施肥量に対するアンモニア揮散による損失率は、シグモイド曲線によってよく近似された。砂質土壌であるTZiにおいては、アンモニア揮散の観点からは尿素肥料単独での土壌表面散布は推奨されないのに対し、粘土質のTZmにおいては60 kg N/haまでの範囲では顕著な損失量の増加は観測されなかった。また少量の灌漑を伴う尿素肥料の覆土施用は、アンモニア揮散による窒素損失の減少に大きく寄与した。</p> <p>第5章では、硝酸イオンの溶脱に関して調査した結果を解析している。硝酸イオンの溶脱による損失は、施肥量の増加に対し指数関数的に増加した。窒素肥料と作物残渣の同時施用は、生育初期における溶脱による窒素損失をわずかながら（3.3～6.3 kg N/ha）減少させたが、その後の累積損失量やトウモロコシ収穫量には影響を及ぼさなかった。残渣施用炭素量あたりの硝酸溶脱の抑制は1.2～2.7 kg N/Mg Cであり、これまで報告されている残渣分解に伴う窒素有機化ポテンシャル（18.6～38.1 kg N/Mg C）と比べてはるかに小さかったことから、実際に現場で用いられるような残渣サイズ（15 cm程度）での土壌添加は硝酸溶脱の抑制には効果が少ないと考えられた。</p> <p>第6章では、亜酸化窒素の放出に関して調査した結果を解析している。亜酸化窒素放出量は、施肥量の増加に伴い指数関数的に増加したが、窒素施肥量50～150 kg</p>			

N/haの範囲では、IPCCティア1法による放出係数1%と比べ十分低いと判断された（砂質土壌で0.13～0.26%、粘土質土壌で0.24～0.42%）。しかしながら作物残渣混合施用区では、亜酸化窒素放出係数は砂質土壌で最大0.46%、粘土質土壌で1.29%と増大した。

第7章では、ここまで得られた結果について、総合的に検討している。年度間の大きなばらつきにも拘わらず、施肥量に対するトウモロコシの平均収穫量、硝酸イオン溶脱量、亜酸化窒素放出量は、それぞれ（増加抑制型の）二次関数、指数関数、指数関数によってよく近似された。その結果、トウモロコシの収穫量が頭打ちになり、かつ硝酸流亡や亜酸化窒素放出などの環境負荷が加速され始める窒素施肥量が、砂質なTZiにおいては100 kg N/ha付近に、また粘土質のTZmにおいては75 kg N/ha付近に存在することが明らかとなった。この結果は、窒素利用効率からも支持された。また本研究の条件の範囲では、窒素肥料と作物残渣の混合施用の窒素利用に関する正の効果は見られなかった。

第8章では、まとめと今後の検討課題が述べられている。

注)論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

タンザニアをはじめとするサブサハラ・アフリカにおいては、食糧増産の要請と農業による環境負荷の低減を同時に満足させるような農耕地管理法の確立が求められている。本研究は、タンザニア南部高地に位置する、異なる土壌を持つ2圃場(砂質なAlfisolsであるTZiと粘土質のAndisolsであるTZm)において、施肥窒素量の違いや窒素肥料と植物残渣の混合施用が、土壌-植物系における窒素の分配や作物収穫量に与える影響、さらにはアンモニア揮散、硝酸流亡、亜酸化窒素の放出といった異なる経路による窒素損失に及ぼす影響について、2年間の現地圃場試験に基づき検討したものである。評価できる点は以下のとおりである。

1. サブサハラ・アフリカにおいて、土性の異なる農耕地における施肥窒素の動態の全体像を明らかにした。このような研究は、温帯地域においても限られているが、熱帯地域の農業生産を牽引する高標高畑作地帯において、アンモニア揮散、硝酸流亡、亜酸化窒素放出(脱窒)の全体像が明確に評価された意義は大きい。

2. それぞれの経路における窒素損失を減少させる条件を明確にした。これらの提言に沿って農耕技術を再構築することにより、窒素利用効率の上昇と環境負荷低減を実現する可能性が示されたことは、高く評価できる。

3. 農業集約化・増産と環境負荷低減のバランスを実現する窒素施肥量を特定した。この値は気候条件、土壌条件によって大きく異なることが予想されるが、このような概念および値が存在することを示した意義は大きい。

以上のように、本論文は成長著しいサブサハラ・アフリカにおいて、食糧増産の要請と農業による環境負荷の低減を同時に達成しうる条件を明確にしたものであり、土壌学、農業生態学、環境農学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成30年10月25日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、当該学生は、本学博士課程教育リーディングプログラム「グローバル生存学大学院連携プログラム」を履修し、平成30年10月22日に同プログラムにおける学修内容と提出学位論文との関連性等に関する事項について試問を行い、同プログラムの修了要件基準を満たしていることを確認し、次いで、平成30年11月16日に本学博士課程教育リーディングプログラム運営委員会において、上記と同様の基準を満たしていることを確認し、それぞれ合格と認められていることを併せて報告する。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)